

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

10467389

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 4104441 A2 19920406 <No. of Patents: 002>

ION SOURCE PROVIDED WITH MAS SEPARATION MECHANISM (English)

Patent Assignee: NISSIN ELECTRIC CO LTD

Author (Inventor): TANJIYOU MASAYASU; NAKAZATO HIROSHI

IPC: *H01J-037/05; H01J-027/08; H01J-027/16; H01J-037/08; H01J-037/30;
H01J-049/12; H01J-049/48

Derwent WPI Acc No: G 92-164042

JAPIO Reference No: 160344E000005

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
JP 4104441	A2	19920406	JP 90220573	A	19900821	(BASIC)
JP 3096985	B2	20001010	JP 90220573	A	19900821	

Priority Data (No,Kind,Date):
JP 90220573 A 19900821

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03739341 **Image available**

ION SOURCE PROVIDED WITH MAS SEPARATION MECHANISM

PUB. NO.: **04-104441** [JP 4104441 A]

PUBLISHED: April 06, 1992 (19920406)

INVENTOR(s): TANJIYOU MASAYASU

NAKAZATO HIROSHI

APPLICANT(s): NISSIN ELECTRIC CO LTD [000394] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 02-220573 [JP 90220573]

FILED: August 21, 1990 (19900821)

INTL CLASS: [5] H01J-037/05; H01J-027/08; H01J-027/16; H01J-037/08;
H01J-037/30; H01J-049/12; H01J-049/48

JAPIO CLASS: 42.3 (ELECTRONICS -- Electron Tubes); 41.3 (MATERIALS --
Semiconductors); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R003 (ELECTRON BEAM); R004 (PLASMA); R011 (LIQUID
CRYSTALS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1239, Vol. 16, No. 344, Pg. 5, July
24, 1992 (19920724)

ABSTRACT

PURPOSE: To prevent impurity ions from mixing in by providing all ion passage holes of a leader electrode with a Wien filter to pass only ions having a desired mass through the through holes of art acceleration electrode in the rear.

CONSTITUTION: Four sheets of electrode boards are arranged in the sequence of a plasma electrode, a leader electrode 2, an acceleration electrode 3 and a grounding electrode 4 in the order of being near a chamber. Thereon, a large number ion through holes 6, 7, 8, 9 formed in the same line are digged. Only ions going straight on in the direction of a z-axis can pass through the through holes of these electrode board. A Wien filter 5 is provided around the through hole 7 of the leader electrode 2. The Wien filter 5 consists of time permanent magnets 20, 21 arranged so that heteropoles may face on the diameter of the hole 7 and the parallel electrode boards 22, 23. The magnets 20, 21 are square magnets whose magnetization directions are orthogonal to a normal set up on the electrode boards 22, 23. Thereby, mass separation can be made by the small electric and magnetic field.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-104441

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)4月6日

H 01 J 37/05
27/08
27/16
37/08
37/30
49/12
49/48

A

9069-5E
7247-5E
7247-5E
9069-5E
9069-5E
7247-5E
7247-5E

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 質量分離機構を備えたイオン源

⑯ 特 願 平2-220573

⑰ 出 願 平2(1990)8月21日

⑱ 発 明 者 丹 上 正 安

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社
内

⑲ 発 明 者 中 里 宏

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社
内

⑳ 出 願 人 日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

㉑ 代 理 人 弁理士 川瀬 茂樹

明 細 書

【産業上の利用分野】

1. 発明の名称

質量分離機構を備えたイオン源

この発明は質量分離機構を備えた面イオン型のイオン源に関する。

2. 特許請求の範囲

【従 来 の 技 術】

真空中に引くことができ原料ガスを導入し放電によってこれを励起しプラズマとするイオン源チャンバと、イオン源チャンバからイオンビームを引き出し加速するためにイオン源チャンバの出口に設けられイオン通し穴が面と直角な方向に一致するように穿たれた多孔電極板よりなるプラズマ電極、引出電極、加速電極、接地電極とを含み、引出電極の全てのイオン通し穴に、対向磁石と対向電極とよりなり静磁場と電界とが互いに直交しイオンビームにも直交するようにしたウィーンフィルタを設け、引出電極のイオン通し穴を通過したイオンのうち所望の質量のイオンのみがそれより後方の加速電極の通し穴を通過することができるようにした事を特徴とする質量分離機構を備えたイオン源。

イオン源は真空容器に導入されたガスをプラズマ化しイオンビームとして取り出すものである。

半導体、液晶用TFT、太陽電池などへの不純物導入、あるいはイオンビームによるエッチング、スパッタによる加工、さらにはイオンによるデポジション、改質などの分野に於いて用いられる。

イオンビームの直径が狭いものも使われるが、これは物体の加工や処理というより物性の測定に用いられることが多い。イオンビームが細い場合は、質量分離機構を比較的簡単に設けることができる。これは磁石によってイオンの経路を彎曲させることにより質量の違うイオンを区別するものである。

ところが物質に何らかの処理を施すものの場合には、イオンビームが広いほうが良い。同時に多くの対象物を処理できるからである。

3. 発明の詳細な説明

このような場合、イオンを質量分離するのは容易でない。もちろん磁石によって質量分離できるはずであるが、イオンビームのエネルギーが高く、イオンビームの直径が大きいため現実には質量分離がなされていない。

イオンビームのエネルギーは80keV~200keV程度あってかなり大きい。また而ビーム型の場合イオンビームの直径が大きい。このビームを曲げようとする、強い磁束密度を持った巨大な磁石が必要である。磁石の直径はイオンビームの直径より当然大きくなくてはならない。またビームの曲がりに沿う円弧状の形状を持たなければならない。

このような巨大で強力な磁石を作るのは容易でない。この磁石をイオン源のビーム出口に設置するというのも難しいことである。

こういうわけで従来広い拡がりを持つビームを発生するイオン源は質量分離機構を備えていなかった。

【発明が解決しようとする課題】

而ビームイオン源は、対象物の加工、改質、不

純物ドーピングなどに用いられる。対象物に照射されるイオンは特定の1種類のイオンであることが望ましい。質量分離機構がないと、意図したイオン以外のイオンも照射されることになり望ましくない。

ところがビーム径が広くイオンエネルギーが高いので一対の大きい磁石によってビームの経路を曲げるというような機構では質量分離のための構成が大きくなりすぎて実用的でない。

イオン源の寸法を殆ど増加させることなく、ビーム径の広いイオン源に質量分離機構を設けるようにすることが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

本発明の質量分離機構を備えたイオン源は真空に引くことができ原料ガスを導入し放電によってこれを励起しプラズマとするイオン源チャンバと、イオン源チャンバからイオンビームを引き出し加速するためにイオン源チャンバの出口に設けられイオン通し穴が面と直角な方向に一致するように穿たれた多孔電極板よりなるプラズマ電極、引

-3-

-4-

出電極、加速電極、接地電極とを含み、引出電極の全てのイオン通し穴に、対向磁石と対向電極とよりなり静電界と電界とが互いに直交しイオンビームにも直交するようにしたウィーンフィルタを設け、引出電極のイオン通し穴を通過したイオンのうち所望の質量のイオンのみがそれより後方の加速電極の通し穴を通過することができるようにした事の特徴とする。

【作用】

本発明のイオン源に於いては、引出電極のイオン通し穴の全てに直交電磁界よりなるウィーンフィルタを設ける。

プラズマ電極、引出電極、加速電極、接地電極のイオン通し穴は電極板に対して直角な方向に一直線上に並んでいる。

このため引出電極のイオン通し穴をほぼ直進したイオンのみがこれに続く加速電極、接地電極のイオン通し穴を通過することができる。

引出電極のイオン通し穴で経路を曲げられたイオンは加速電極の板面に衝突してしまい、イオン

として外部へ取り出されない。

引出電極の通し穴を通過するイオンの運動エネルギーは一定であるので、この通し穴を直進するイオンはある一定の質量を持つものでなければならない。これより大きい質量を持つもの、小さい質量を持つものはウィーンフィルタで経路が曲げられるので、次段の加速電極の通し穴を通過できないことになる。

ウィーンフィルタを通過する際の面と直角な方向のイオンの速度を w 、ウィーンフィルタに於ける静電界を E 、磁界を B とすると、

$$Bw = E \quad (1)$$

が成立するもののみがウィーンフィルタを直進することができる。引出電極でのイオンエネルギーが qV_0 とすると、イオン質量を M として、

$$w = \left(\frac{2qV_0}{M} \right)^{1/2} \quad (2)$$

となる。従って、ある所定の質量 M を持つイオンのみを分離しようとする場合、(1)、(2)が成立するように電界 E 、磁界 B の大きさを決めれば良い。

-6-

-5-

本発明に於いてはエネルギーが未だに低い引出電極に於いてウィーンフィルタを設けているので、静電界Eが小さいものであっても良い事になる。静電界Eが小さいと電極構造や絶縁体構造が簡略化され製作しやすい。

qvは1 keV以下であることが多い。加速電極を通過すると100 keV程度に加速されるので加速電極より以降にウィーンフィルタを設けるときは大きい静電界を必要とする。本発明はこのような困難がない。

【 実 施 例 】

第1図は本発明の実施例に係るイオン源の概略構成図。第2図は電極板の通し穴近傍のみの断面図である。

イオン源は真空に引くことのできるチャンバ11に、原料ガスを導入し、放電によってガスをプラズマ化し、電極板の作用によってイオンビームとして引き出すものである。

放電はアーク放電、グロー放電、マイクロ波放電などである。チャンバの外周壁にはカスプ磁場

-7-

形成用磁石が取り付けられていることもある。

ここでは、チャンバ11に、フィラメント12を設け、チャンバ11とフィラメント12の間にアーク放電を起こさせることによって原料ガスをプラズマ化するバケット型イオン源を例示している。その他の形式のものにも本発明は同様に適用することができる。

4枚の電極板がチャンバ11の出口に取り付けられている。これらは多数のイオン通し穴を穿った電極板である。4枚の電極板のイオン通し穴は板面と直角な方向に一直線上に揃っているものと

する。4枚の電極板は、チャンバに近い方からプラズマ電極1、引出電極2、加速電極3、接地電極4である。これらに同一線上に並ぶ多数のイオン通し穴6、7、8、9が穿たれている。

板面の方向をxy方向としこれと直角な方向をz方向とする。つまりz方向にイオン通し穴6、7、8、9が一直線上に並んでいる。z軸方向に直進するイオンのみがこれら電極板の通し穴を通

-8-

り抜けることができるのである。

引出電極2の通し穴7の周囲にはウィーンフィルタ5が設けてある。第3図にこの部分の平面図を示す。

ウィーンフィルタ5は穴7の直径上に異極が対向するように並べられた永久磁石20、21と、平行電極板22、23とからなっている。

穴7の周囲の隅部材24は非磁性絶縁体よりなっている。永久磁石20、21は角形の磁石で磁化方向が平行電極板22、23に立てた法線に対して直交するようになっている。平行電極板22、23に立てた法線方向をx方向、永久磁石の磁化方向をy方向、電極板に直角でイオンビームの進行する方向をz方向とする。

引出電極2の通し穴7を通ったイオンビームがどのような運動をするかを考察するために、ある一つの引出電極2の通し穴7の入口の中心を原点Oとする座標を考える。

通し穴の中心線1aがz軸になる。

引出電極2の通し穴7の出口の中心をKとする

-9-

。引出電極2の通し穴7の長さを l_m とする。

加速電極の通し穴8の入口側の中心をLとする。この通し穴8の直径をDとする。引出電極2と加速電極3の距離を l_d とする。

平行電極板22、23には一定の電圧が印加されているので、x軸方向に静電界Eが生ずる。これと直交するようy軸方向に静磁場Bが存在する。

イオンの速度成分を (u, v, w) とすると、電界は $(E, 0, 0)$ 、磁界は $(0, B, 0)$ と書くことができる。

引出電極2の通し穴7での運動方程式は

$$Mu = qE - qwB \quad (3)$$

$$Mv = 0 \quad (4)$$

$$Mw = quB \quad (5)$$

となる。 $\zeta = u + iw$ とおくと、(3)、(5)は

$$M\zeta = qE + iqB\zeta \quad (6)$$

となるのでこれは解くことができ

-10-

$$\dot{z} = \frac{1E}{B} + C e^{i\omega t} \quad (7)$$

$$\omega = \frac{qB}{M} \quad (8)$$

となる。t = 0 で u = u₀、w = w₀ とすると、

$$u = u_0 \cos \omega t - \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) \sin \omega t \quad (9)$$

$$w = \frac{E}{B} + u_0 \sin \omega t + \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) \cos \omega t \quad (10)$$

さらに t = 0 で x = x₀ とすると、

$$x = x_0 + \frac{u_0}{\omega} \sin \omega t - \frac{1}{\omega} \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) (1 - \cos \omega t) \quad (11)$$

となる。⑨式から、z 方向に直進するイオンビーム (u₀ = 0) がウィーンフィルタに入ってそのまま直進するための条件は

$$w_0 = \frac{E}{B} \quad (12)$$

である事が分かる。これは(1)式と同じである。②式によってイオンエネルギー qEd、質量 M に関連

- 11 -

$$X = -\frac{1}{\omega} \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) (1 - \cos \beta) \\ - \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) \sin \beta \cdot L_d / w_0 \quad (16)$$

$$\cong - \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) \frac{u L_m}{w_0^2} (L_d + L_m / 2) \quad (17)$$

w₀ = E/B が成立するイオンの質量を M₀ とし、これより δM だけ質量の異なるイオンがどれだけ偏倚するかを考える。このようなイオンについて

$$w_0 - \frac{E}{B} = \left(\frac{2qV_0}{M_0 + \delta M} \right)^{1/2} - \left(\frac{2qV_0}{M_0} \right)^{1/2} \quad (18)$$

$$= - \frac{(2qV_0)^{1/2}}{2M_0^{3/2}} \delta M \quad (19)$$

という式が成り立つ。これを X に代入して、

$$X = \frac{\delta M \cdot u L_m}{2M_0 \cdot w_0} (L_d + L_m / 2) \quad (20)$$

所望のイオンより質量の大きいイオン (δM > 0) は加速電極面に於いて x 方向にずれ、質量の小さいイオン (δM < 0) は -x 方向にずれるということが分かる。

- 13 -

づけることができる。

ウィーンフィルタの出口 (x = L_m) での速度 u、変位 x は、t = L_m/w₀ を代入することによって得られる。そこで

$$u L_m / w_0 = \beta \quad (13)$$

と書くと、

$$u = u_0 \cos \beta - \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) \sin \beta \quad (14)$$

$$x = x_0 + \frac{u_0}{\omega} \sin \beta - \frac{1}{\omega} \left(w_0 - \frac{E}{B} \right) (1 - \cos \beta) \quad (15)$$

となる。任意の x₀ (x₀ < D/2)、u₀ (> 0) について分布を考慮して加速電極の通し穴 8 を通過できるかどうかを考察すべきであるが、それは複雑になるので、x₀ = 0、u₀ = 0 というイオンビームについて質量についての分散を考える。また β が 1 よりかなり小さいとして sin β = β という近似をする。

加速電極 3 の面上での x 方向の変位を X とすると、

- 12 -

加速電極の通し穴の半径を δx (= D/2) とする。加速電極の通し穴をイオンが通るためには |X| < δx でなければならない。質量分解能は X = δx を代入して、

$$\frac{M_0}{\delta M} = \frac{u L_m}{2 \delta x w_0} (L_d + L_m / 2) \quad (21)$$

を得る。次に 2 つの例について考察する。

【例 1】引出電極でのエネルギー qV₀ = 1 keV

通し穴半径 δx = 2 mm

引出電極通し穴の長さ L_m = 20 mm

引出・加速電極間距離 L_d = 20 mm

所望のイオン種は p⁺ である (M₀ = 31) とする。

これらの値から、w₀ = 7.86 × 10⁴ m/sec となり、

$$\frac{M_0}{\delta M} = 5.9 \times B \quad (22)$$

$$E = 7.86 \times 10^4 B \quad (23)$$

(i) ³¹P と ⁵²Cr とが質量分離できるためには質量分解能 M₀/δM が、

$$\frac{M_0}{\delta M} = \frac{31}{52-31} = 1.48 \quad (24)$$

- 14 -

であれば良い。この時(22)、(23)より

$$B = 0.25 \text{ Tesla} \quad (25)$$

$$E = 1.97 \times 10^4 \text{ V/m} \quad (26)$$

(ii) ^{31}P と ^{28}Na とが質量分離できるためには、

$$\frac{M_0}{\delta M} = 10.3 \quad (27)$$

であれば良いので、

$$B = 1.7 \text{ Tesla} \quad (28)$$

$$E = 1.37 \times 10^5 \text{ V/m} \quad (29)$$

【例2】引出電極でのエネルギー $qV_0 = 100\text{eV}$

通し穴半径 $\delta M = 2\text{mm}$

引出電極通し穴の長さ $L_m = 20\text{mm}$

引出・加速電極間距離 $L_d = 20\text{mm}$

所望のイオン種は $\text{P}^+(M_0=31)$ であるとする。

$$\frac{M_0}{\delta M} = 18.7 \times B \quad (30)$$

$$E = 2.49 \times 10^4 B \quad (31)$$

(i) ^{31}P と ^{52}Cr とを質量分解するための磁場と電場は $(M_0/\delta M=1.48)$

$$B = 0.079 \text{ Tesla} \quad (32)$$

-15-

$$E = 1.97 \times 10^4 \text{ V/m} \quad (33)$$

(ii) ^{31}P と ^{28}Na とを質量分解するための磁場と電場は $(M_0/\delta M=10.3)$

$$B = 0.551 \text{ Tesla} \quad (34)$$

$$E = 13.7 \times 10^4 \text{ V/m} \quad (35)$$

【発明の効果】

従来面ビーム型のイオン源は質量分離機構を持つものがなかったが、本発明の構造によって質量分離を行う事ができる。イオンビーム照射の際に不純物イオンが混入するのを防ぐ事ができる。

大面積を持つイオンビームの全体を彎曲させるのではなく、電極板の通し穴を通るイオンビームごとにウィーンフィルタを設けて質量分離している。磁石は小さいもので良い。電極板も比較的小さいもので足る。ただし通し穴ひとつひとつにウィーンフィルタを取り付けるので数多くの永久磁石、電極板を必要とする。

イオンエネルギーの低い時に質量分離するので電場、磁場ともに小さいもので良い。引出電極の近傍でのエネルギーは 1keV 以下である。 100eV

-16-

程度のこともあるので、小さい電場、磁場によって質量分離できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はイオン源の全体概略図。

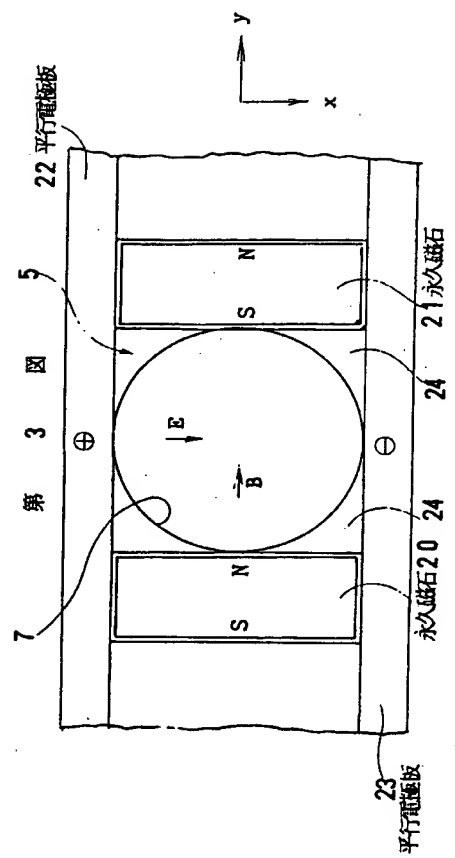
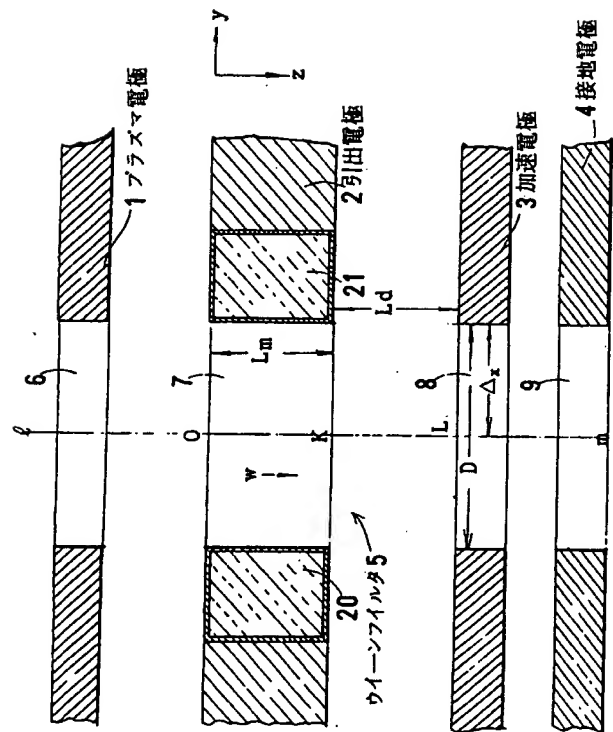
第2図は電極板の通し穴部分のみの断面図。

第3図は引出電極の通し穴部分のみの平面図。

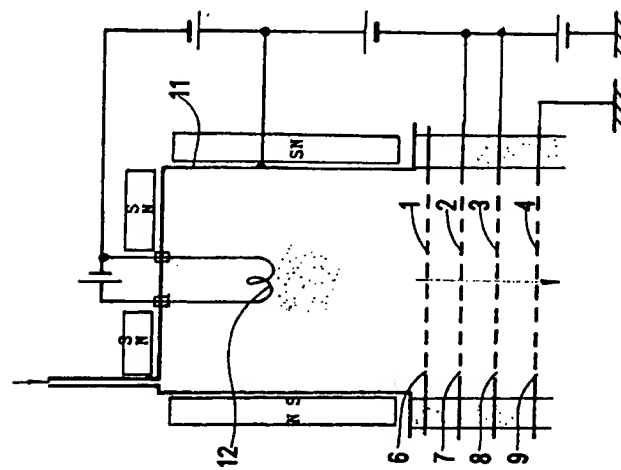
- 1 プラズマ電極
- 2 引出電極
- 3 加速電極
- 4 接地電極
- 5 ウィーンフィルタ
- 6 プラズマ電極の通し穴
- 7 引出電極の通し穴
- 8 加速電極の通し穴
- 9 接地電極の通し穴
- 11 チャンバ
- 12 フィラメント
- 20、21 永久磁石
- 22、23 平行電極板

-17-

第 2 図



第 1 図



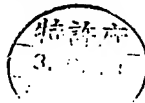
手続補正書 (自発)

平成 3 年 6 月 11 日

特許庁長官 植 松 敏 殿

第 1 図

1. 事件の表示 特願平 2-220573 号
2. 発明の名称 質量分離機構を備えたイオン源
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
居 所 京都市右京区梅津高畝町 47 番地
名 称 (394) 日新電機株式会社
代表者 小 松 新
4. 代 理 人
〒537
住 所 大阪市東成区中道3丁目15番16号
毎日東ビル705 電 06(974)6321
FAX 06(972)7077
氏 名 弁理士 (7988) 川 瀬 茂 樹
5. 補正の対象 図 面
6. 補正の内容 第 1 図を別紙のとおり補正する



方式
審査

